



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Resistens mot soppmidler hos *Botrytis* – årsaken til gråskimmel i jordbær

Status for resistenssituasjonen i jordbærfelt i Agder

NIBIO RAPPORT | VOL. 3 | NR. 61 | 2017



Gunn Mari Strømeng og Arne Stensvand
Divisjon bioteknologi og plantehelse, Avdeling soppsjukdommer

TITTEL/TITLE

Resistens mot soppmidler hos *Botrytis* – årsaken til gråskimmel i jordbær

Status for resistenssituasjonen i jordbærfelt i Agder

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Gunn Mari Strømeng og Arne Stensvand

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
31.03.2017	3/61/2017	Åpen	10445	17/01050
ISBN:		ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:
978-82-17-01846-9		2464-1162	15	

OPPDRAUGSGIVER/EMPLOYER:

Landbruks- og matdepartementet

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Arne Stensvand

STIKKORD/KEYWORDS:

Bærråte, fungicidresistens, multiresistens, sjukdomsbekjempelse

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Plantehelse, soppsjukdommer

SAMMENDRAG/SUMMARY:

På grunn av uventa avlingssvikt i jordbær forårsaket av gråskimmel på Sørlandet i 2016, ble det tatt ut prøver fra 20 jordbærfelt i Agder etter høsting for å undersøke mulig resistensforekomst hos gråskimmelsoppen mot kjemiske soppmidler. Totalt ble 148 til 157 soppisolater fra 19 felt analysert for resistens mot alle de kjemiske gruppene av virksomme stoffer som brukes mot gråskimmel; boskalid (SDHI), fenheksamid (hydroksyanilid), iprodion (dikarboksimid), pyrimetanil (anilinopyrimidin) og pyraklostrobin (QoI/strobilurin). Vi fant at 89,7, 86,0 og 65,0 % av isolatene var resistente mot henholdsvis boskalid, pyraklostrobin og fenheksamid. Videre var 25,0 % resistente mot pyrimetanil og 2,6 % resistente mot iprodion, mens ingen av soppisolatene var resistente mot fludioksonil. Kun 8,9 % av soppisolatene var sensitive overfor alle de virksomme stoffene, mens 5,1 % var resistente mot ett stoff (kjemisk gruppe). De øvrige isolatene var multiresistente mot to (21,0 %), tre (43,9 %), fire (19,1 %) og fem (1,9 %) virksomme stoffer. Resultatene stemmer godt med tidligere funn både i Norge og andre land. Høy grad av resistens mot boskalid, fenheksamid og pyraklostrobin er alvorlig, fordi disse har vært svært viktige for å bekjempe gråskimmel i jordbær. Dårlig virkning av disse midlene kan gjøre bekjempelse av gråskimmel framover svært vanskelig for produsentene. Det er viktig å understreke at det var relativt stor variasjon i resistensforekomst mellom de ulike jordbærfeltene, og at det er mange andre faktorer i tillegg til resistens (som værforhold, sprøyteteknikk og dyrkingssystem) som vil påvirke hvor mye avlingstap gråskimmel forårsaker.



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

LAND/COUNTRY:	Norge
FYLKE/COUNTY:	Akershus
KOMMUNE/MUNICIPALITY:	Ås
STED/LOKALITET:	Ås

GODKJENT /APPROVED	PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER
Arne Hermansen	Arne Stensvand
_____ NAVN/NAME	_____ NAVN/NAME

Forord

Jordbær er vår største frukt- og bærkultur, med om lag 16000 dekar dyrkingsareal. Den viktigste sjukdommen i jordbær er soppsjukdommen gråskimmel, og soppen kan føre til total avlingssvikt. For å produsere lønnsomme avlinger og god bærkvalitet benyttes kjemiske soppmidler for å bekjempe gråskimmel på størstedelen av dyrkingsarealet. De senere årene har uventa store råteangrep i flere regioner hvor det produseres jordbær på friland, ført til mistanke om at gråskimmel-soppen kan ha utviklet resistens. Det vil si at det er utviklet nedsatt følsomhet overfor kjemiske soppmidler, slik at disse ikke lenger har tilfredsstillende virkning. Rapporter om resistens hos gråskimmelsoppen mot soppmidlene som benyttes i Norge har kommet fra mange land det siste tiåret, både i Europa og Amerika. Tidligere undersøkelser i jordbær og bringebær på Øst- og Vestlandet utført siden 2013 har også avdekket foruroligende resultater med høy grad av resistens mot de mest brukte soppmidlene. Utbredt resistens innebærer at produsentene mister et viktig verktøy i forhold til produksjon av lønnsomme avlinger.

Undersøkelsene av resistensforekomst hos gråskimmelsoppen i jordbærfelt i Agder ble utført på oppdrag fra Landbruks- og matdepartementet (LMD), og ble finansiert av kunnskapsutviklingsmidler tildelt NIBIO i 2016. Arbeidet er gjort i samarbeid med Norsk Landbruksrådgiving Agder v/ Jan Karstein Henriksen og Anne Vintland, som har hatt ansvar for prøveuttaket og hvilke felt/lokaliteter prøvene skulle tas fra. Resistensanalysene er foretatt ved NIBIO, Divisjon for bioteknologi og plantehelse.

Ås, 31.03.17

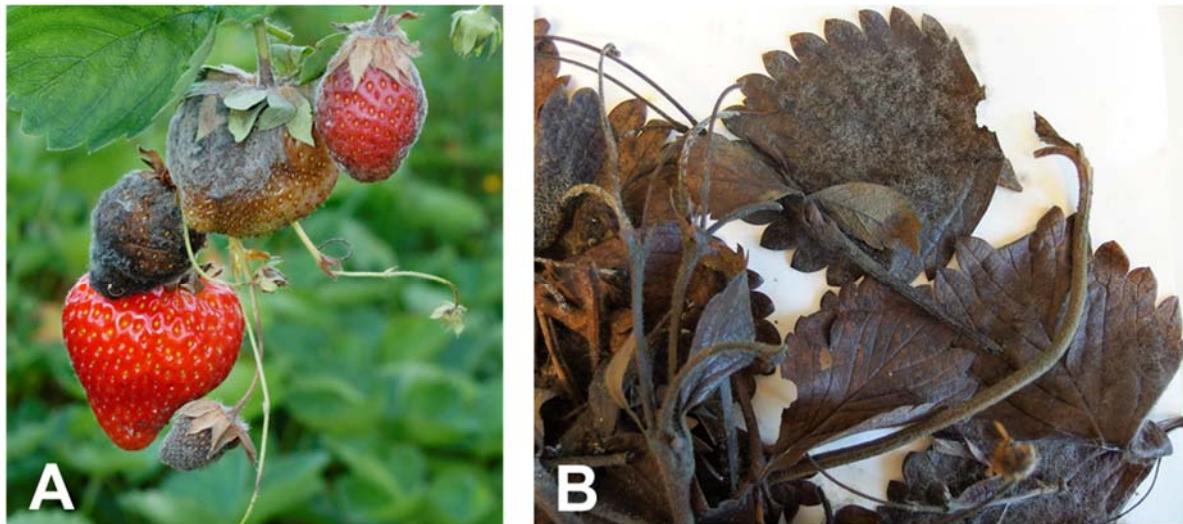
Gunn Mari Strømeng og Arne Stensvand

Innhold

1 Innledning	6
2 Materiale og metoder	8
3 Resultater og diskusjon	10
4 Konklusjoner	14
Litteratur	15

1 Innledning

Gråskimmel (*Botrytis* spp.) er en soppssjukdom som gir alvorlige avlings- og kvalitetstap i produksjonen av jordbær verden over (Fig. 1A). Det er nødvendig å bruke kjemiske soppmidler (fungicider) for å holde sjukdommen under kontroll og for å oppnå en lønnsom produksjon med god bærkvalitet. Soppen overvintrer i vissent bladverk og andre planterester. Når temperaturen stiger om våren, starter danninga av sporer på de gamle planterestene (Fig. 1B). Sporene spres og infiserer nyveksten.



Figur 1. *Botrytis* som forårsaker gråskimmel på jordbær (A), og sporulering på visne plantedeler (B). Foto: Erling Fløistad (A), Gunn Mari Strømeng (B).

Det er infeksjoner i blomstene som er årsaken til angrep av gråskimmel på bær, og derfor behandles jordbær med soppmidler i blomstringen for å beskytte mot infeksjon. I Norge sprøytes det, litt avhengig av værforhold gjennom sesongen, to til seks ganger mot gråskimmel. Produsentene har per dags dato fungicider fra seks ulike kjemiske grupper tilgjengelig for bekjempelse av gråskimmel. Noen finnes som eneste virksomme stoff i handelspreparater, mens andre finnes som blandinger av to virksomme stoffer i samme handelspreparat. Virksomme stoffer som tilhører samme kjemiske gruppe, har som regel det som kalles kryssresistens (men det finnes unntak). Det vil si at dersom det utvikles resistens i en soppstamme mot et virksomt stoff, vil soppstammen også være resistent mot andre virksomme stoffer i samme kjemiske gruppe. En oversikt over tilgjengelige handelspreparater er vist i Tabell 1.

Soppmidlene som brukes i jordbær i dag er alle «single-site» midler. Det vil si at de virker på ett sted i soppens livssyklus, i motsetning til «multi-site» midler som virker på mange steder. Bruk av «single-site» midler kan være positivt, fordi disse midlene, i motsetning til «multi-site» midler som var vanlige tidligere, er mer spesifikke og har færre uønskede sideeffekter på andre levende organismer og miljøet. Ulempen er at en del sopparter raskt kan utvikle resistens, fordi det ikke er mer enn én eller noen få genetiske endringer hos soppen som skal til for at den ikke lenger er sensitiv for fungicidet. De sjukdommene som det først utvikler seg resistens mot, er gjerne de som er forårsaket av sopper med mange livssykluser (infeksjon - sporedanning - ny infeksjon) innenfor samme vekstsesong. Eksempler på slike sjukdommer er ulike arter av mjøldogg, tørråte i potet og gråskimmel.

Resistens mot soppmidler hos *Botrytis* er ikke et nytt fenomen, og det ble rapportert allerede på 1970-tallet mot enkelte smalspektra midler. Det har imidlertid vært «multi-site» midler tilgjengelig, slik at resistensforkomst ikke har fått store konsekvenser i praktisk dyrking. Nå som det utelukkende er «single-site» midler tilgjengelig for å bekjempe gråskimmel, har dette bildet endret seg. De senere

årene har det blitt publisert vitenskapelige artikler fra andre land hvor det rapporteres om sterkt redusert effekt av fungicider mot *Botrytis* (Amiri et al. 2013, Fernández-Ortuño et al. 2016, Konstantinou et al. 2015, Weber 2011). I 2013 satt NIBIO i gang arbeid med denne problemstillingen, basert på at bærprodusenter hadde mistanke om at soppmidlene ikke lenger hadde tilfredsstillende virkning på soppen, etter flere år med uventa dårlige avlinger. Undersøkelser som siden er gjennomført i jordbær og bringebær, har vist at resistens mot soppmidler forekommer i samme omfang som rapportert fra blant annet Tyskland og USA (Strømeng og Stensvand 2015, 2016). Sesongen 2016 ga veldig mye råte og store avlingstap, spesielt for bærprodusenter på Sørlandet, og på oppdrag fra LMD ble undersøkelsene som er beskrevet i denne rapporten, gjennomført. Deler er resultatene er tidligere publisert i middelprøvingsrapporten for soppmidler for 2016 (Strømeng et al. 2016).

Tabell 1. Oversikt over tilgjengelige handelspreparater av fungicider mot gråskimmel i jordbær, hvilke virkestoffer de inneholder og kjemisk gruppe de tilhører.

Handelspreparat	Virksomt stoff	Kjemisk gruppe
Amistar	Azoxystrobin	Strobilurin (QoI)
Frupica	Mepanipyrim	Anilinopyrimidin (AP)
Luna Sensation ¹⁾	Fluopyram	Succinat-dehydrogenase hemmer (SDHI)
	Trifloksystrobin	Strobilurin (QoI)
Rovral	Iprodion	Dikarboksimid
Signum	Boskalid	Succinat-dehydrogenase hemmer (SDHI)
	Pyraklostrobin	Strobilurin (QoI)
Switch	Cyprodinil	Anilinopyrimidin (AP)
	Fludioksonil	Phenylpyrrol (PP)
Scala	Pyrimetanil	Anilinopyrimidin (AP)
Teldor	Fenheksamid	Hydroksyanilid (SBI)

¹⁾Søkt godkjent på dispensasjon i 2017

2 Materiale og metoder

Sensommeren 2016 ble det tatt ut prøver av jordbærplanter fra 20 felt hos produsenter på Sørlandet (Tabell 2). Fra hvert felt ble det tatt plantemateriale fra 10 tilfeldige planter spredt utover i feltet. Prøvene ble sendt til NIBIO for analyse.

Tabell 2. Lokalitet, sort, planteår og dyrkers vurdering av gråskimmelangrep sesongen 2016 for jordbærfelt i Agder hvor det ble tatt ut prøver for undersøkelse av fungicidresistens hos gråskimmelsoppen (*Botrytis* spp.).

Felt	Kommune	Sort	Plantet	Problemer med gråskimmel 2016 rapportert fra dyrker
1	Åmli	Florence	2013	Moderate
2	Grimstad	Sonata	2015	Store
3	Grimstad	Sonata	2015	Store
4	Grimstad	Sonata	2016	Nei (nyplantet)
5	Grimstad	Korona	¹⁾	-
6	Grimstad	-	-	Store
7	Evje	Sussette	2016	Moderate
8	Valle	Sonata	2015	Moderate
9	Kr.sand	Korona	2014	Svært store
10	Kr.sand	Florence	2016	Moderate
11	Kr.sand	Korona	-	Svært store
12	Vennesla	Polka	2015	Svært store
13	Songdalen	Sonata	2015	Middels
14	Søgne	Polka	2014	Store
15	Søgne	-	-	Store
16	Mandal	Sonata	2016	Små
17	Mandal	-	-	Store
18	Marnardal	Florence	2014	-
19	Lyngdal	Sonata	2015	Store
20	Sirdal	-	-	Middels

¹⁾Data ikke oppgitt

Metodikken vi brukte for å påvise resistens er utviklet i Tyskland (Weber & Hahn 2011) og kan kort beskrives slik: Soppsporer høstes direkte fra plantemateriale som har vært inkubert i vannmettet luft i romtemperatur i to til sju dager for å fremme sporedanning. Sporene blandes ut i autoklavert (sterilt) vann, og sporekonsentrasjonen justeres til om lag 10^4 - 10^5 sporer (konidier) per ml. Dråper av sporesuspensjonen (15 µl) blir satt på næringsagar tilsatt ulike konsentrasjoner av aktuelle fungicider/virksomme stoffer. Vekst av spirehyfer (10 for hver dråpe, det vil si for hver kombinasjon soppisolat/fungicid) fra sporene måles i lysmikroskop etter 13-15 timers inkubering ved $20 \pm 1^\circ\text{C}$. Gjennomsnittslengden av de 10 spirehyfene i hver dråpe beregnes, og fra sammenlikninger med spirehyfevekst på agar uten tilsatt fungicid bestemmes hvilken kategori hver prøve tilhører; sensitiv,

reduisert sensitivitet, moderat resistent eller resistent. Hvilke fungicider/virksomme stoffer som inngikk i analysene er vist i Tabell 3, mens type næringsagar og konsentrasjoner for de ulike fungicidene som ble brukt i analysen, er vist i Tabell 4.

Tabell 3. Fungicider brukt mot gråskimmel i jordbær, virksomme stoffer, tilhørighet til kjemisk gruppe, og hvilke midler som ble brukt i testing for resistens.

Handelspreparat	Virksomt stoff	Kjemisk gruppe	Preparat brukt i resistenstest
Rovral	Iprodion	Dikarboksimid	Rovral
Signum	Boskalid +	SDHI	Boskalid ¹
	Pyraklostrobin	Qol	Comet
Switch	Cyprodinil +	Aniliniopyrimidin	Scala ²
	Fludioksonil	Fenylpyrrol	Geoxe
Teldor	Fenheksamid	Hydroksyanilid	Teldor

¹) Rent stoff fra tilvirker

²) Handelspreparatet Scala med det virksomme stoffet pyrimetanil som har kryssresistens med cyprodinil, ble brukt i testingen, fordi det ikke var mulig å skaffe handelspreparat med cyprodinil som eneste virksomme stoff

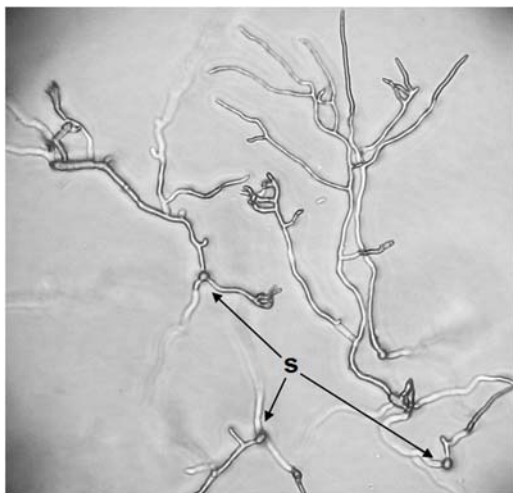
Tabell 4. Type næringsagar og konsentrasjoner av de ulike virksomme stoffene som ble brukt i resistenstesting.

Fungicid/virksomt stoff	Type næringsagar	Konsentrasjon av virksomt stoff i agar (ppm)		
Boskalid	Gjærekstraktagar	0	1	50
Comet	Maltekstraktagar ¹	0	0,1	10
Geoxe	Maltekstraktagar	0	0,1	10
Rovral	Maltekstraktagar	0	5	50
Scala	Sukroseagar	0	1	25
Teldor	Maltekstraktagar	0	1	50

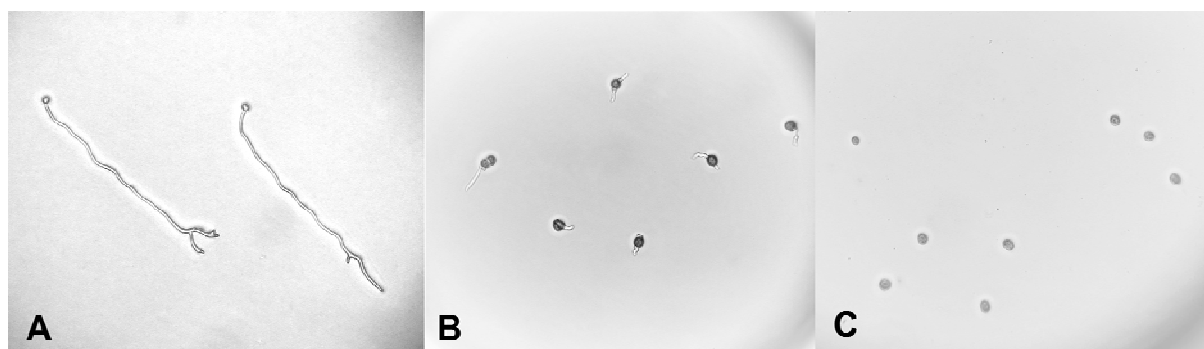
¹) Salicylhydroxamic acid (SHAM) ble tilsatt mediet for å hindre soppen i å bruke alternativ respirasjon

3 Resultater og diskusjon

Spiring av soppsporer og vekst av hyfer på næringsagar skjedde raskt ved temperaturer mellom 15 og 25°C. Etter et døgn var det allerede dannet et nettverk av hyfetråder fra de spirte soppsporene (Fig. 2). Etter 12-14 timer var det imidlertid fortsatt mulig å måle lengden av spirehyfene, og på dette tidspunktet var det derfor mulig å kvantifisere forskjellene i vekstrespons på agar uten fungicid og med ulike fungicidkonsentrasjoner. Figur 3A-C viser eksempler på vekstresponser som forekom i analysene.



Figur 2. Vekst av hyfer av *Botrytis* fra sporer (s) på næringsagar uten tilsetning av soppmidler, etter om lag 24 timer ved 20±1°C. Foto: Gunn Mari Strømeng.



Figur 3. Spiring og vekst av *Botrytis* 14 timer etter start av inkubering av sporer ved 20±1°C: næringsagar uten fungicid (A), stagnerte spirehyfer på næringsagar tilsatt 25 ppm pyrimetanol (B) og uspirte sporer på næringsagar tilsatt 50 ppm iprodion. Foto: Gunn Mari Strømeng.

Undersøkelsene viste at det var svært mye resistens hos gråskimmelsoppen mot de virksomme stoffene boskalid og pyraklostrobin, som begge inngår i handelspreparatet Signum. Henholdsvis 89,7 og 86,0 % av prøvene var resistente mot disse stoffene (Tabell 5). Det er sannsynlig at det høye resistensnivået har påvirket effekten av behandlingene i felt. Pyraklostrobin tilhører samme kjemiske gruppe som azoksystrobin, som er det virksomme stoffet i handelspreparatet Amistar (se Tabell 1). Fordi det er kryssresistens mellom disse to stoffene vil det også være dårlig effekt av Amistar. De øvrige prøvene hadde alle redusert sensitivitet for boskalid, og 7,6 % hadde redusert sensitivitet for

pyraklostrobin. Det er litt vage overganger mellom kategoriene «reduisert sensitivitet» og «moderat resistent», men disse kategoriene innebærer at soppen vokser godt ved laveste konsentrasjon av de virksomme stoffene, mens «resistente» betyr at de også vokser godt ved høyeste konsentrasjon tilsatt næringsagaren. Det er usikkert hvor stor betydning redusert sensitivitet/moderat resistens har i den praktiske dyrkinga.

Det var også høy grad av resistens mot fenheksamid, som er det virksomme stoffet i Teldor, med 65,0 %. I tillegg hadde 28 % av prøvene redusert sensitivitet. Høy grad av resistens mot de virksomme stoffene i Signum og Teldor er helt i tråd med hva NIBIO og NLR har funnet i undersøkelser i både bringebær og jordbær i andre deler av landet og med hva som er rapportert fra andre europeiske land og USA. Rovral, med det virksomme stoffet iprodion, kom relativt godt ut i denne undersøkelsen med henholdsvis 2,6 og 32,2 % av prøvene med resistens og moderat resistens. Dette har antakelig sammenheng med at dette preparatet har vært lite brukt etter at Teldor, Switch og Signum kom på markedet for 18 - 20 år siden. At resistens mot iprodion kan utvikles hos gråskimmel, har vært kjent siden 1980-tallet, og med økt bruk er det sannsynlig at resistens mot dette stoffet vil øke. Iprodion vil ikke lenger være tillatt brukt i Norge etter 2019. Det virksomme stoffet fludioksonil er det eneste fungicidet det så langt ikke har vært funnet full resistens mot i Norge, men det har begynt å komme rapporter om økende resistens også mot dette virksomme stoffet fra andre land (Fernández-Ortuño et al. 2014, Roland Weber, pers. komm.). Vi fant at 1,9 % av prøvene fra Agder hadde moderat resistens. På det norske markedet er fludioksonil kun tilgjengelig for jordbærprodusentene i handelspreparatet Switch sammen med det virksomme stoffet cyprodinil. I undersøkelsene brukte vi pyrimetanil som har kryssresistens med cyprodinil. Vi fant henholdsvis 30 og 44 % resistens og moderat resistens mot dette fungicidet i prøvene (Tabell 5).

Tabell 5. *Botrytis*-isolater fra 19 konvensjonelle jordbærfelt i Agder i 2016 fordelt (%) etter isolatenes følsomhet overfor ulike virkestoffer.

Fungicid	Sensitiv	Redusert sensitivitet	Moderat resistent	Resistent	Antall isolater
Boskalid	0,0	11,0	- ¹⁾	89,7	156
Fenheksamid	7,0	28,0	-	65,0	157
Fludioksonil	70,1	28,0	1,9	-	157
Iprodion	11,8	53,3	32,2	2,6	152
Pyraklostrobin	6,4	7,6	-	86,0	157
Pyrimetanil	2,0	21,6	51,4	25,0	148

¹⁾Kategori ikke aktuell for dette stoffet

Det var stor variasjon i resistensnivå mellom de ulike feltene (Tabell 6). Ett felt hadde ikke resistens mot noen av de virksomme stoffene. Det var kun to felt som hadde resistens (33 %) mot iprodion (Rovral). I tre felt var det ikke resistens mot fenheksamid (Teldor), mens i de øvrige feltene varierte resistensnivået mot dette stoffet fra 25 til 100 %. Det var ingen av feltene som ikke hadde resistens mot boskalid (i Signum), og resistensnivået varierte fra 28,6 til 100 %. I ett felt var det ikke resistens mot pyraklostrobin (i Signum), og i de øvrige feltene varierte resistensnivået fra 50 til 100 %. I seks felt var det ikke resistens mot pyrimetanil (Scala/Switch/Frupica), mens resistensnivået i de øvrige feltene varierte fra 10 til 77,8 %.

Det er interessant å se på resistensdataene fra de ulike feltene i sammenheng med hvordan produsentene vurderte angrep av gråskimmel sesongen 2016 (se Tabell 2). I mange av feltene hvor det ble rapportert om store eller svært store problemer med gråskimmel var det også stor forekomst av resistens mot boskalid, fenheksamid og pyraklostrobin (felt nr. 2, 9, 11, 12, 14, 15, 17, 19). I de fleste av disse feltene var det også en god del resistens mot pyrimetanil, og ett av feltene hadde i tillegg

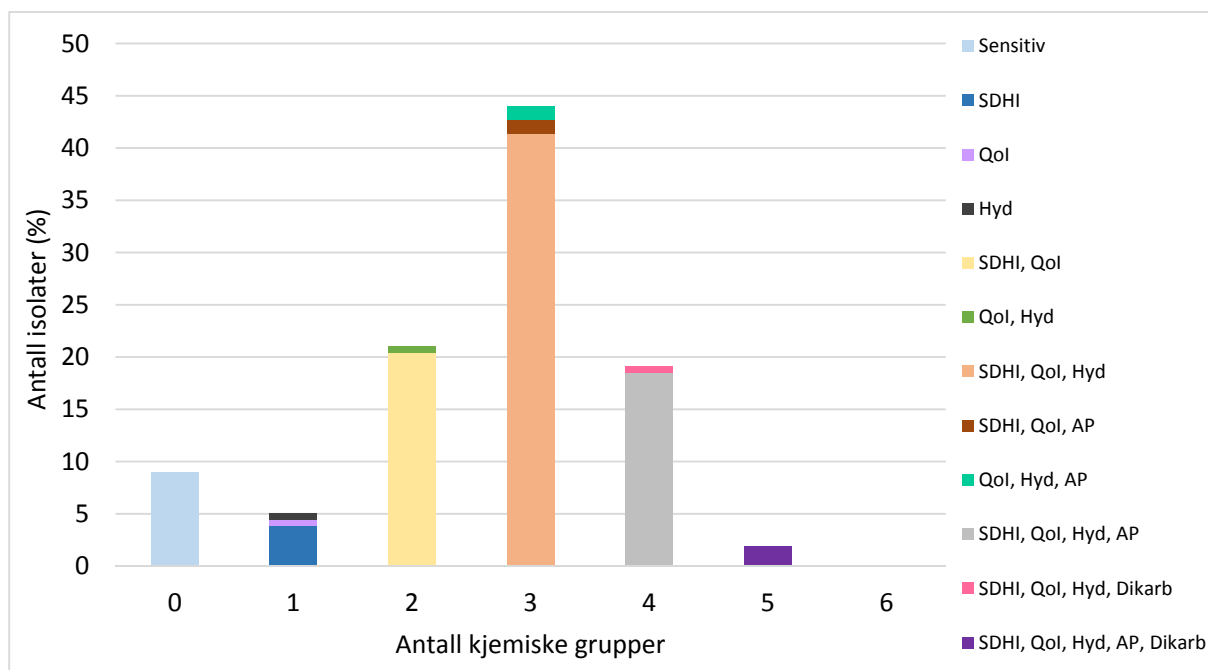
resistens mot iprodion. Det var imidlertid også felt hvor resistenssituasjon og gråskimmelangrep ikke samsvarte like godt. Felt nr. 6 var det feltet hvor det ble funnet minst resistens (kun noe resistens mot boskalid), men til tross for dette ble det rapportert om store problemer med gråskimmel. I ett felt hvor det ble rapportert om lite gråskimmel (felt nr. 16), var resistensforekomst på samme nivå som der det var store problemer med gråskimmel. Dette feltet var plantet i 2016. Siden angrepene som regel blir mer alvorlige i eldre felt når plantemassen er større og tettere, kan dette være noe av forklaringen på hvorfor det var lite gråskimmel. Resultatene viser at resistens kan være en viktig årsak til manglende virkning av soppmidler, men gråskimmel kan også skyldes andre faktorer. Det er også interessant å merke seg at det ble funnet resistente soppstammer i et nyplanta felt (felt nr. 4). Da disse plantene ikke har vært i bæring og ikke har blitt behandlet med fungicider, må de resistente soppstammene sannsynligvis ha kommet inn enten fra nærliggende felt eller ha fulgt med plantene fra oppaet.

Tabell 6. Resistens (%) mot seks virkestoffer hos *Botrytis*-isolater fra 19 konvensjonelle jordbærfelt i Agder samlet inn i 2016.

Felt nr.	Boskalid	Fenheksamid	Fludioksiniil	Iprodion	Pyraklostrobin	Pyrimetanil
1	100	100	0,0	0,0	100	11,1
2	83,3	66,7	0,0	0,0	83,3	50,0
3	¹⁾	-	-	-	-	-
4	83,3	50,0	0,0	0,0	83,3	0,0
5	75,0	25,0	0,0	33,3	50,0	0,0
6	28,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	80,0	0,0	0,0	0,0	90,0	10,0
8	100	87,5	0,0	0,0	100	20,0
9	100	71,4	0,0	0,0	100	57,1
10	100	66,7	0,0	0,0	83,3	16,7
11	88,9	100	0,0	33,3	88,9	77,8
12	90,0	80,0	0,0	0,0	100	0,0
13	80,0	60,0	0,0	0,0	80,0	22,2
14	100	100	0,0	0,0	100	0,0
15	100	66,7	0,0	0,0	100	22,2
16	100	87,5	0,0	0,0	100	37,5
17	100	85,7	0,0	0,0	100	28,6
18	100	100	0,0	0,0	90,0	50,0
19	88,9	77,8	0,0	0,0	88,9	55,6
20	88,9	0,0	0,0	0,0	77,8	0,0

¹⁾*Botrytis* ble ikke funnet i plantematerialet fra dette feltet

Multiresistens, det vil si resistens mot to eller flere fungicidgrupper i samme soppisolat/soppstamme, var utbredt (Fig. 4). Hele 86 % av isolatene som ble undersøkt, var resistente mot minst to fungicidgrupper. Tre isolater var resistente mot fem fungicider, det vil si alle fungicidene med unntak av fludioksiniil. Disse kom fra samme felt. Den vanligste fenotypen var resistens mot boskalid, pyraklostrobin og fenheksamid, det vil si de kjemiske gruppene SDHI, strobiluriner og hydroksyanilider. Hele 41,4 % av det totale antallet isolater i undersøkelsen var resistente mot alle disse tre kjemiske gruppene. Den nest vanligste fenotypen var resistens mot de virksomme stoffene i Signum, med 20,4 % av prøvene, mens 18,5 % var resistente mot både SDHI, Strobiluriner, hydroksyanilider og pyrimetanil.



Figur 4. Fordeling (%) av *Botrytis*-isolater i forhold til hvor mange kjemiske grupper av fungicider de var resistente mot. SDHI (virkestoff boskalid), Qol (virkestoff pyraklostrobin), Hyd; hydroksyanlid (virkestoff fenheksamid), AP; anilinopyrimidin (virkestoff pyrimetanil), Dikarb; dikarboksimid (virkestoff iprodion).

4 Konklusjoner

Kort oppsummert viste undersøkelsene av *Botrytis* i jordbærfelt i Agder:

- Stor resistens mot boskalid, fenheksamid og pyraklostrobin (kjemiske grupper: SDHI, QoI og hydroksyanilid)
- Middels resistens mot cyprodinil (kjemisk gruppe: anilinopyrimidin)
- Lav resistens mot iprodion (kjemisk gruppe: dikarboksimid)
- Ingen resistens mot fludioksonil (kjemisk gruppe: fenylpyrrol)
- Utbredt multiresistens mot boskalid, fenheksamid og pyraklostrobin, og det var soppstammer med resistens mot fem av seks tilgjengelige virksomme stoffer
- Til dels store variasjoner i resistensforekomst mellom de ulike feltene, og ikke alltid samsvar mellom resistensnivå og angrep av gråskimmel

Resultatene stemmer godt overens med resultater fra Europa og USA, og også med undersøkelser i bær i andre deler av landet. Resistens mot virkestoffene i Teldor og Signum er så omfattende at det vil påvirke effekten av disse preparatene i jordbærfelt, noe som er bekreftet i norske sprøyteforsøk der det er påvist mye resistens. Iprodion (Rovral) som generelt har vært ansett som et mindre effektivt middel mot gråskimmel enn boskalid, pyraklostrobin og fenheksamid, var det lite resistens mot, men dette soppmiddelet vil være ute av bruk om få år og kan dermed ikke inngå i framtidige bekjempelsesplaner for gråskimmel. Cyprodinil var det noe resistens mot, men fludioksonil ble det ikke funnet resistens mot, og derfor vil Switch framover være svært viktig for en tilfredsstillende bekjempelse av gråskimmel i jordbær, og riktig tidspunkt for sprøyting i forhold til infeksjon vil være enda mer avgjørende.

Det er mye usikkerhet rundt hvorvidt utbredelsen av resistente soppstammer i felt vil gå tilbake dersom en utelater resistensutsatte soppmidler i en periode (ett eller flere år, og deretter kan brukes igjen med bedre effekt). Fordi det ble funnet at de fleste soppisolatene var multiresistente, vil dette ytterligere gjøre et slikt tiltak vanskelig. Årsaken er at utbredelse og favorisering av multiresistente isolater vil opprettholdes så lenge det behandles med minst ett av de virksomme stoffene isolatene har resistens mot.

Til tross for at det er begrensninger på antall ganger i løpet av sesongen man kan bruke de ulike midlene av hensyn til resistensforebygging, er det klart at dette ikke har vært tilstrekkelig for å bevare virkningen av soppmidlene. Vi må nå skaffe mer kunnskap om hvordan vi skal håndtere resistens, og hva vi kan gjøre for å få til en mest mulig effektiv bekjempelse på tross av tilstedeværelse av resistente soppstammer i produksjonsfelt.

Litteratur

- Amiri, A., Heath, S. M., & Peres, N. A. 2013. Phenotypic characterization of multifungicide resistance in *Botrytis cinerea* isolates from strawberry fields in Florida. *Plant Disease* 97: 393 – 401.
- Fernández-Ortuño, D., Grabke, A., Bryson, P. K., Amiri, A., & Peres, N. A. 2014. Fungicide resistance profiles in *Botrytis cinerea* from strawberry fields of seven southern U.S. states. *Plant Disease* 98: 825 – 833.
- Fernández-Ortuño, D., Torés, J. A., Chamorro, M., Pérez-García, A. & Antonio de Vicente 2016. Characterization of Resistance to Six Chemical Classes of Site-Specific Fungicides Registered for Gray Mold Control on Strawberry in Spain. *Plant Disease* 100: 2234 – 2239.
- Konstantinou, S., Veloukas, T., Leroy, M., Meneses, G., Hahn, M. & Karaoglani, G. 2015. Population Structure, Fungicide Resistance Profile, and *sdhB* Mutation Frequency of *Botrytis cinerea* from Strawberry and Greenhouse-Grown Tomato in Greece. *Plant Disease* 99: 240 – 248.
- Strømeng, G. M., & Stensvand, A. 2015. Gråskimmelsoppen har utviklet resistens mot soppmidler også i norsk bærproduksjon. *Norsk Fukt og Bær* 18 (2): 20 – 22.
- Strømeng, G. M., & Stensvand, A. 2016. Stor forekomst av fungicidresistens hos gråskimmel i jordbærfelt. *Norsk Fukt og Bær* 19 (2): 7 – 9.
- Strømeng, G. M. (redaktør), Abrahamsen, U., Asalf, B., Eikemo, H., Ficke, A., Hong Le, V., Nordskog, B., Petterson, M., Stensvand, A., & Talgø, V. 2016. Biologisk veiledningsprøving 2016. Soppmidler. NIBIO Rapport, Vol. 2, nr. 155 2016. 47 s.
- Weber, R. W. S. 2011. Resistance of *Botrytis cinerea* to multiple fungicides in Northern German small-fruit production. *Plant Disease* 95: 1263 – 1269.
- Weber, R. W.S. & Hahn, M. 2011. A rapid and simple method for determining fungicide resistance in *Botrytis*. *Journal of Plant Diseases and Protection* 118: 17-25.

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter og et avdelingskontor i Oslo.